

# ZUSTANDSERFASSUNG VON HOLZKONSTRUKTIONEN



Professor Andreas Müller,  
Leiter des BFH-Instituts für  
Holzbau, Tragwerke und  
Architektur.

*Die Schweiz verfügt über viele – meist gut erhaltene – historische Bauwerke. Diese sind nicht selten teilweise oder vollständig aus Holz gebaut. Eine regelmässige Kontrolle ist auch bei neueren Holzbaukonstruktionen angezeigt. Für die hierfür notwendige Zustandserfassung ist Fachkompetenz und Erfahrung notwendig. Was dabei zu berücksichtigen ist, beschreibt Andreas Müller, Leiter am Institut für Holzbau, Tragwerke und Architektur an der Berner Fachhochschule, nachfolgend im Teil 1 der Artikelserie.* TEXT ANDREAS MÜLLER, CORINNE AMSTUTZ-HUGI | FOTOS BFH

Die Zustandserfassung ist eine wesentliche Voraussetzung zur Überprüfung von bestehenden Bauwerken und ermöglicht dessen verantwortungsvolle Beurteilung hinsichtlich Tragstruktur und Tragsicherheit. Durch periodisch durchgeführte Überprüfungen soll eine Gefährdung der Nutzer vermieden werden. Die Methoden der Zustandserfassung gestatten eine präzise Einschätzung der notwendigen Massnahmen zur Erhaltungsplanung oder für eine ausstehende Nutzungsänderung. Darüber hinaus bieten sie eine relevante Grundlage zur Kostenkalkulation. Laut SIA 269:2011[1] basiert die Zustandserfassung auf der Projektbasis und der Grundlage der Nutzungsvereinbarung. Parallel hierzu werden bereits vorliegende Inspektions- und Überprüfungsberichte zum Bauwerk berücksichtigt. Die Zustandserfassung muss mit grosser Sorgfalt unter Anwendung von geeigneten Prüfmethoden und Hilfsmitteln durchgeführt werden. Sie muss stets periodisch und nach dem zeitlich aktuellen Intervall mit unterschiedlichen Fachkompetenzen und Prüftechniken erfolgen.

Die Fachspezialisten des BFH-Instituts für Holzbau, Tragwerke und Architektur unterstützen mit ihren Kompetenzen und Untersuchungsmethoden häufig auch Ingenieurbüros, die mit der Überprüfung von bestehenden Gebäuden und Bauwerken beauftragt wurden. Hierfür verfügt die BFH über zahlreiche Prüfmethoden und Geräte, im Besonderen auch zur zerstörungsfreien Prüfung der Bauteile.

## Regelmässige Kontrollen

Durch regelmässig durchgeführte Kontrollen lassen sich bei Holzkonstruktionen relativ früh Unregelmässigkeiten wie Verfärbungen, Verformungen und Risse erkennen. Ernsthafte Schäden können so wirkungsvoll vermieden werden. Eine sorgfältige visuelle, handnahe Überprüfung und Kontrolle aller Bauteile steht deshalb immer im Mittelpunkt. In Kombination mit der Holzfeuchtemessung können erfahrungsgemäss rund 80 Prozent aller Problemfelder sehr einfach und effizient erkannt werden. Reicht dies nicht aus, können darauf aufbauend mit ergänzenden Prüfmethoden die Bauteile detailliert untersucht werden. Hierbei gilt, dass der Aufwand für den Einsatz der spezifischen Messmittel und Prüfgeräte in einem vernünftigen Verhältnis zum Nutzen stehen sollte. Ein iteratives beziehungsweise stufenweises Vorgehen ist in der Art der Methode und hinsichtlich der Anzahl der Messstellen oft sinnvoll.

## Die Holzfeuchtemessung

Bekannterweise führt die Änderung der Holzfeuchte, zum Beispiel durch wechselnde klimatische Einwirkungen, zum Quellen und Schwinden eines Bauteils und infolge eventuell auch zu Rissen. Ausserdem ändern sich durch wechselnde Holzfeuchten die mechanischen Eigenschaften von Holz. Eine deutlich erhöhte Holzfeuchte über einen längeren Zeitraum von mehr als einem halben Jahr und über 20 Prozent beziehungsweise über der Faser-

sättigung führt zu einer Schädigung durch holzerstörende Pilze.

Die Holzfeuchtemessung erfolgt in der Regel mit elektronischen Feuchtemessgeräten mit isolierten Sonden. Damit kann die Holzfeuchte durch den elektrischen Widerstand in unterschiedlichen Tiefen (oberflächennah, in 20 und 40 Millimeter Tiefe) gemessen werden. Dies ermöglicht eine gute Abschätzung, ob das Bauteil gerade auffeuchtet oder in einer Abtrocknungsphase ist. Generell ist die Feuchte im Querschnittskern für die Beurteilung einer Gefahr durch holzerstörende Pilze von Bedeutung. Aus diesem Grund sind Holzfeuchtemessungen, die ausschliesslich an der Oberfläche der Bauteile durchgeführt werden, zum Beispiel mit kapazitiven Messmethoden, in der Regel nicht genügend aussagekräftig. Oberflächennah wird dennoch gemessen, da das Holz hier den klimatischen Wechselbeanspruchungen direkt ausgesetzt ist. Dadurch ändert sich die Holzfeuchte häufig und in grösseren Schwankungen.

## Rissbeurteilung und Massnahmen

Schwindrisse im Holz sind auf Eigenspannungen infolge der Trocknung unterhalb des Fasersättigungsbereiches zurückzuführen. Diese Risse sind in der Regel nicht vermeidbar, da alle Tragkonstruktionen einem gewissen Klimawechsel ausgesetzt sind. Die aktuellen Klimabedingungen sind in der Zustandserfassung zu berücksichtigen, denn infolge des Auffeuchtens beziehungsweise Abtrocknens



Die historische Holzbrücke Aarberg.

## BRÜCKE AARBERG

Die Holzbrücke in Aarberg wurde 1568 errichtet, im Jahre 1786 verstärkt. Neueren Datums sind die Teilsanierung im Jahre 1973 und die Belagserneuerung im Jahre 1996. Es handelt sich um eine denkmalgeschützte, teilweise bretterverschaltete Brücke mit Walmdach. Die Brücke ist 5,10 Meter breit, 86 Meter lang und in vier Brückenfelder mit einer Spannweite von 20 Metern unterteilt. Die Lasten der Fahrbahn und der Gehwege werden abgetragen über sieben Längsbalken und deren eichene Sattelhölzer, die mit Streben auf die Pfeiler abgestützt sind. Die Längsträger sind über den Brückenpfeilern gestossen. Das Dachtragwerk stützt sich mit 17 Bindern auf vier Sprengwerke. Das Tiefbauamt des Kantons Bern beauftragte die Berner Fachhochschule in Biel mit der Zustandserfassung der Holzkonstruktion der Holzbrücke in Aarberg. Da bei der visuellen und handnahen Überprüfung teilweise geschädigte Bauteile erkennbar waren, haben die Spezialisten des Instituts HTA gemeinsam mit dem Ingenieurbüro Bächtold und Moor augenscheinlich und handnah überprüft sowie weiterführende Prüfungen und Methoden der Zustandserfassung angewandt. Hierfür standen sowohl für den Unterbau als auch für die Dachkonstruktion Hebebühnen zur Verfügung. Folgende Untersuchungen wurden durchgeführt: visuelle Begutachtung, Holzfeuchtemessungen, Bohrwiderstandsmessungen, Entnahme von Bohrkernen und Entnahme von Materialproben.



Situation am Brückenwiderlager.



Bohrwiderstandsmessungen.





Hilfsmittel für die visuelle, handnahe Überprüfung von Holztragwerken.



Ein Untersichtgerät im Einsatz an der Donaubrücke in Wildenstein (DE).

der Querschnitte treten unterschiedliche Spannungsverläufe auf. Im Fall einer starken äusserlichen Auffeuchtung kann es zu innenliegenden und somit verdeckten Rissen kommen. Im Gegensatz dazu entstehen beim Abtrocknen des Holzquerschnittes infolge der resultierenden Spannung äusserlich sichtbare Risse.

Eine Überbeanspruchung der Bauteile verbunden mit einem schlagartigen spröden Versagen kann besonders bei einer konstruktionsbedingten Querkzugbeanspruchung entstehen. Diese Risse sind in der Regel konstruktionsbedingt. Querkzugrisse können im Firstbereich von gekrümmten Trägern, an Ausklinkungen und Durchbrüchen sowie bei quer zur Faser beanspruchten Anschlüssen und unten angehängten Lasten auftreten. Risse infolge zu hoher Schubbeanspruchung treten insbesondere im Auflager-

bereich von Trägern, bei formschlüssigen Anschlüssen wie Versätzen oder bei Anschlüssen mit mechanischen Verbindungsmitteln in Form von sogenanntem Blockschubversagen auf.

Schubrisse sind zumeist anhand des gegenseitigen Verschiebens der Fasern zu erkennen. Ein ausgeprägtes Rissbild ist durch einen deutlichen Versatz an den Stirnholzflächen erkennbar, sofern diese einsehbar sind. Risse sind in Abhängigkeit der Art, der Grösse und der Nachweise für die Ermittlung der Tragfähigkeit gemäss SIA 269/5:2011, Abschnitt 4.2 [2], als Reduzierung der wirksamen Fläche oder Querschnitte zu berücksichtigen. Aus diesem Grund müssen für eine genaue Analyse die Rissbreiten und -tiefen sowie deren Lage im Bauteil sorgfältig aufgenommen und kartiert werden. Risse infolge Auflösens des Klebeverbundes, das heisst der

Delaminierungen, sind in Brettschicht-holzträgern eher seltene Fälle. Dieses sogenannte Rissbild – fachlich gesehen sind es eigentlich keine Risse – zeichnet sich dadurch aus, dass keine beziehungsweise sehr wenige Fasern auf den Bruchflächen vorhanden sind. Der Grund für die Delaminierung ist zumeist ein Ausführungs-fehler im Rahmen der Brettschicht-holz-produktion (Fehlverklebungen). Liegt der Verdacht auf eine Delaminierung vor, sind sofort Kernproben in ausreichender An-zahl zur Beurteilung der Klebfugengüte im Labor zu entnehmen.

## Holzerstörende Insekten

Eine Schädigung durch holzzerstörende Insekten tritt heute im mitteleuropäischen Raum eher selten auf. Neuere Untersuchungen zeigen, dass bei der Verwendung von technisch getrockneten Höl-

zern – dies betrifft alle konstruktiven Vollholzprodukte – durch eine Veränderung der Holzinhaltsstoffe die Gefahr durch einen Befall mit holzerstörenden Insekten auszuschliessen ist. Dennoch sollten die Bauteile, vor allem von älteren Gebäuden, während der visuellen Überprüfung auch auf Ausflugslöcher und auf einen aktiven Befall, erkennbar an Sägemehlresten, untersucht werden.

### Vorgehensweise vor Ort

Vor dem anberaumten Überprüfungstermin sollten die Örtlichkeiten zunächst gemeinsam mit einer für das Gebäude zuständigen Person eingesehen werden. Für die Zustandserfassung sollten alle erhältlichen Bauwerksdaten wie Pläne, Baubeschreibungen und Nutzungsvereinbarungen, zur Verfügung stehen. Weiterführende Informationen über die Art und Weise der Nutzung seit der Errichtung sind oft hilfreich. So können die über den Jahresverlauf auftretenden Klimabelastungen wie auch spezielle Beanspruchungen und Einwirkungen auf das Bauwerk besser abgeschätzt werden.

Von grosser Bedeutung bei der Zustandserfassung ist die Kenntnis des Tragverhaltens der Gesamtstruktur. Hierdurch las-

sen sich oftmals Probleme oder Mängel in der Gesamtstabilität des Gebäudes erkennen. Nicht selten werden durch nachträgliche Installationsarbeiten die wichtigen Stabilisierungsverbände kipp- und knickgefährdeter Bauteile durchtrennt. Manchmal wurden sie aus Unkenntnis gar nicht erst eingebaut. Dies muss der verantwortungsbewusste Experte erkennen und entsprechende Massnahmen einfordern.

Für die Beurteilung einzelner Tragglieder muss die vollständige Zugänglichkeit stets gewährleistet sein. Die gesetzlichen Unfall- und Arbeitsvorschriften sind während der Zustandserfassung einzuhalten. Für die Arbeit in oftmals grosser Höhe, wie bei Halltragwerken, haben sich Hebebahnen oder Fahrgerüste gegenüber Anlegeleitern bewährt. Für eine vollständige Inspektion von Brücken ist in der Regel ein Brückenuntersichtgerät notwendig. Im Verlauf der Zustandserfassung sind die zu prüfenden Bauteile für die spätere Beurteilung und Zuordnung der gewonnenen Messdaten systematisch zu nummerieren.

Die Methoden der Zustandserfassung sind Thema im nächsten Beitrag dieser Artikelserie.

## WORKSHOP

Zustandserfassung und Erhaltung von Holztragwerken sind wichtige Aufgaben und Qualitätskriterien des Holzbaus. Am 5. und 6. Juni vermittelt ein zweitägiger Workshop an der BFH Biel praxisnah die entsprechenden Methoden. Angesprochen sind Fachleute aus Holzbau, Bauingenieurwesen und Architektur sowie Techniker HF und Produzenten. Anmeldeschluss ist am 1. Mai 2019.

**[bfh.ch/de/weiterbildung/kurse/workshop-zustandserfassung-und-erhaltung-von-holztragwerken/](https://bfh.ch/de/weiterbildung/kurse/workshop-zustandserfassung-und-erhaltung-von-holztragwerken/)**

## LITERATUR

«Qualitätssicherung von Holztragwerken», Forschungsbericht WHFF 2016.17, Berner Fachhochschule, von B. Franke, M. Schiere, A. Müller (2019, ISBN 978-3-906878-03-4).

## Anzeige

# AKRON 1100 KANTENANLEIMMASCHINE



Ineichen AG

Maschinen und Anlagen für die  
Holz- und Kunststoffverarbeitung

Luzernerstrasse 26 | CH-6294 Ermensee  
Telefon +41 41 919 90 20 | [www.ineichen.ch](http://www.ineichen.ch) | [info@ineichen.ch](mailto:info@ineichen.ch)



Besuchen Sie unseren Online-Shop  
[www.ineichen.ch/de/shop](http://www.ineichen.ch/de/shop)

**Akron 1100** ist die kleinste automatische einseitige Kantenanleimmaschine mit «Pro Nesting» und wechselbarem Leimbecken. Die **Akron 1100** wurde für kleine Handwerksbetriebe konzipiert.

**www.ineichen.ch**

### Damit die Späne fliegen . . .

 Damit die S  
**INEICHEN**

## Ihr Experte für Nagelplattenbinder



**Dettling Holzbau AG**  
Hertistrasse 26  
6440 Brunnen

T 041 820 14 83  
F 041 820 13 56

**www.dettling-holzbau.ch**

## Präzise Abbundarbeiten



Blumer \*BSB\* AG  
Eisigeli 1221  
9103 Schwellbrunn

Tel. 071 353 04 55  
www.blumer-bsb.ch  
bsb@blumer-bsb.ch

Anzeige